

## Геоекологія та охорона праці

2. Встановлено вплив складу і умов формування суміші, на фізико-механічні, сорбційні властивості та селективно-транспортні характеристики плівок. Зі збільшенням вмісту ПВП в сумішах з ПП спостерігається підвищення діалізної проникності мембран, зростання в'язкості розчину, що впливає на вихід продуктів деструкції полімерів, міцності плівок з екстремумом за вмісту ПВП  $2 \div 2,5\%$ , яка підвищується гідротермальною обробкою за температури  $80 \div 95^\circ\text{C}$  протягом 30хв. Рационально використовувати ПВП невеликої молекулярної маси в межах  $(12 \pm 2)10^3$ . Оптимальна концентрація мурашиної кислоти, як розчинника, знаходиться в межах 83-85% мас за вмісту ПВП 2-10% мас.

Обґрунтовані раціональні параметри виробництва поліпропіленової плівки забезпечать зменшення обсягу викидів шкідливих речовин та їх концентрацій на 95-99%.

### Список використаних джерел

1. Полимерные смеси [Текст] = Polymer Blends: монографія: в 2 т. / ред.: Д. Пол, С. Ньюмен. Т. 1 / пер.: Ю. К. Годовский, В. С. Папков. - Москва: Мир, 1981. - 51с.
2. Технологический регламент производства плёнки полипропиленовой на линии: [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mashplast.su/Технологический%20регламент%20производства%20полипропиленовой%20плёнки.htm>.
3. Історія заводу. Способи виготовлення плівок. Екологічні і гігієнічні аспекти виробництв заводу [Текст] / Журнал ВАТ «Укрпластик». - 2005. - С.18

*Стаття надійшла до редакції 04.12.2015 р.*

УДК 622.807

**О.Я. Тверда**, канд. техн. наук, ст. викл., **В.Д. Воробйов**, докт. техн. наук, проф.,  
**Ю.А. Давиденко**, студ. (НТУУ «КПІ»)

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗСІЮВАННЯ ПИЛУ З ВІДВАЛУ КАР'ЄРУ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ТА НА ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЯХ

**O.Ya. Tverda, V.D. Vorobiov, Yu. A. Davydenko** (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

### INVESTIGATION THE PROCESS OF DUST SCATTERING FROM QUARRY HEAP IN THE WORKING AND SURROUNDING AREAS

*Досліджено процес розсіювання пилу від відвалу на прикладі відвалу Пенізевицького родовища гранітів у Житомирській області. Встановлено значення концентрацій пилу в межах робочої зони та на прилеглих територіях (сmt. Гранітне). Доведено, що концентрація пилу перевищує гранично допустиму середньодобову концентрацію за межами санітарно-захисної зони. Визначено канцерогенний та неканцерогенний ризики захворювань населення прилеглої території внаслідок канцерогенної та фіброгенної дії пилу.*

**Ключові слова:** відвал; кар'єр; концентрація; пил; пневмоконіоз; прилегла територія; ризик; робоча зона; розсіювання.

*Исследован процесс рассеивания пыли от отвала на примере отвала Пенизевичского месторождения гранитов в Житомирской области. Установлены значения концентраций пыли в пределах рабочей зоны и на близлежащих территориях (пгт. Гранитное). Доказано, что концентрация пыли превышает предельно допустимую среднесуточную концентрацию вне санитарно-защитной зоны. Определены канцерогенный и неканцерогенный риски заболеваний населения прилегающей территории в результате канцерогенного и фиброгенного действия пыли.*

**Ключевые слова:** отвал; карьер; концентрация; пыль; пневмокониоз; прилегающая территория; риск; рабочая зона; рассеивание.

*The process of dust dispersion from the heap, for example Penizevychi granite deposit heap in Zhytomyr region, is studied. The concentrations of dust in the work area and in the nearby areas (the village Granitne) are defined. It is confirmed that dust concentration exceeds the maximum permissible daily average concentration outside the sanitary protection zone. Carcinogenic and non-carcinogenic risks of diseases of the population of surrounding area as a result of carcinogenic and fibrogenic action of dust are defined.*

**Keywords:** heap; quarry; concentration; dust; pneumoconiosis; the surrounding area; risk; work area; dispersion.

**Актуальність роботи.** Одним із головних забруднювачів атмосферного повітря є гірничовидобувна промисловість. При виконанні гірничих робіт в повітряне середовище надходить значна кількість пилу і газів. Основними джерелами виділення неорганічного пилу при відкритій розробці є наступні технологічні процеси: буріння свердловин, вибухові роботи, виймально-навантажувальні роботи, транспортування гірської маси, подрібнення, складування порожньої породи у відвал. Серед процесів забруднення вагоме місце займає відвалоутворення і, як наслідок, пиління відвалів [1, 2]. Питанням забруднення атмосфери пилом з відвалів займалось багато провідних вчених, серед них Бакка М.Т., Бересневич П.В., Берлянд М.Е., Кузнецов В.С., Нікітін В.С., Ушаков К.З., Шувалов Ю.В. та інші. Однак попередніми дослідженнями не вичерпано ряд проблем пов'язаних з пилінням відвалів та немає повного їх рішення, відсутні дані про поточну інтенсивність пиловиділення і розсіювання пилу, недосконалі методи пилеподавлення та пилевловлення. Тому вирішення цих питань з урахуванням гірничо-технологічних умов конкретного підприємства є актуальною науково-практичною задачею.

**Мета роботи** – визначити концентрацію пилу на різних відстанях від відвалу гірничовидобувного підприємства та оцінити небезпеку для здоров'я населення прилеглих територій пов'язану з пилінням такого відвалу.

**Результати досліджень.** Математичне моделювання турбулентного розсіювання газо-аерозольних домішок у нижній частині атмосфери (у приземному чи граничному шарах) є актуальною і важливою науковою проблемою, яка має велике практичне значення. Існує декілька принципово різних підходів до математичного моделювання дифузійних процесів, в кожному із яких є велика кількість розроблених моделей [3].

Проблема атмосферної дифузії домішок теоретично може бути розглянута на основі двох підходів. За допомогою статистичної теорії, що використовує спосіб Лагранжа опису динаміки частинок в турбулентному потоці, і за допомогою напівемпіричної теорії турбулентності, що використовує спосіб Ейлера опису динаміки домішки. Кожен з цих підходів має свої переваги, недоліки та обмеження, які описані в роботі [4]. У прикладних розрахунках при визначенні поля концентрацій забруднюючих речовин реальні джерела викидів зазвичай моделюються точковими, лінійними або плоскими джерелами. Найпростішою моделлю, що дозволяє визначити поле концентрацій від безперервно діючого або миттєвого джерела і вимагає мінімального набору вхідних даних, є модель Гаусса, яка широко відома і в різних модифікаціях часто використовується в практичних розрахунках [4-6].

Просторова динаміка розсіювання забруднюючих речовин в даній моделі описується наступним рівнянням [7]:

$$C(x, y, z, H_e) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right), \quad (1)$$

де  $C(x, y, z)$  – концентрація забруднюючої речовини в точці  $(x, y, z)$ ;  $U$  – швидкість вітру, м/с;  $Q$  – постійна потужність викиду, г/с;  $\sigma_y, \sigma_z$  – розсіювання струменю в горизонтальній і вертикальній площинах відповідно;  $H_e$  – ефективна висота, м.

На основі цієї моделі розроблено багато спеціалізованих програм: AERMOD, AUSPLUME, CALPUFF, LADM, MERCURE, RIMPUFF, Gaussian Dispersion Model Calculator та інші.

Для порівняння розрахунків проводився і за методикою запропонованою ВНДІБПГ (Лобода А.І., Тищук В.Ю.). Для визначення відстані від відвалу до місця із заданою концентрацією у випадку екскаваторного відвалоутворення використано формулу [8]:

$$L = \exp\left(\frac{0,006 H_0 + 7,01 - \ln\left(\frac{C}{g}\right)}{0,0036 H_0 + 2,7}\right), \quad (2)$$

де  $H_0$  – висота відвалу в місці розташування джерела пиловиділення, м;  $c$  – задана концентрація пилу за відвалом,  $\text{мг/м}^3$ ;  $g$  – інтенсивність пиловиділення,  $\text{мг/с}$ .

Для розрахунку прийнято типовий гранітний кар'єр у Житомирській області [9]. Результати розрахунку показано на рис. 1, з якого можна зробити висновок, що за методом, який базується на моделі Гаусса визначення концентрації пилу більш точніше ніж за методом Лободи-Тищука. Це пояснюється тим, що перший метод охоплює більшу кількість метеорологічних умов. Однак на далеких відстанях результати схожі, тому можна використовувати обидві методики.

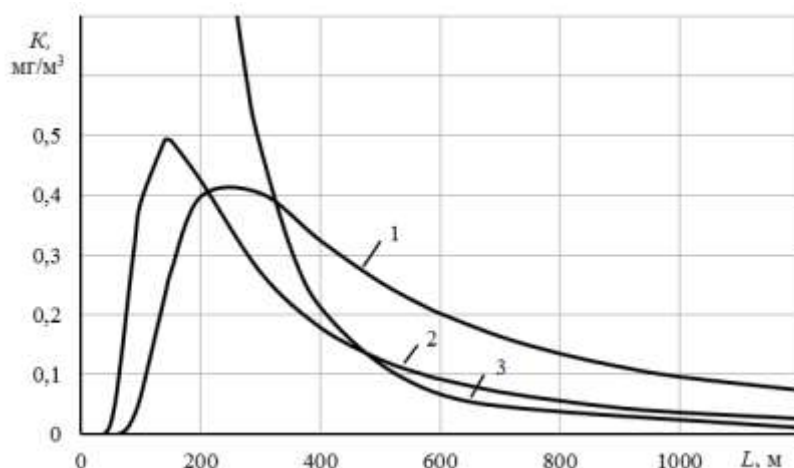


Рис. 1. Залежність зміни концентрації пилу  $K$  від відстані до джерела пилоутворення  $L$ : 1, 2 – за методом, який базується на моделі Гаусса (для теплої та холодної пори року відповідно); 3 – за методом Лободи-Тищука

Слід зазначити, що концентрація пилу перевищує середньодобову гранично допустиму концентрацію ( $\text{ГДК}_{\text{с.д.}}$ ) та приходить в норму лише на відстані 1 км, що в 2 рази перевищує розмір санітарно-захисної зони (СЗЗ) (табл. 1) [10, 11]. Тому необхідним і важливим питанням є перегляд встановлених розмірів СЗЗ. У роботі [12] запропоновано породний відвал розглядати як об'ємний, а не точковий об'єкт забруднення навколишнього середовища, враховуючи його об'єм і площу. Окрім того, для більш точного визначення розміру СЗЗ варто враховувати метеорологічні умови, сезонність, рельєф місцевості, спосіб укладання матеріалу та місце розташування відвалу.

Таблиця 1

Значення гранично допустимої концентрації пилу

Забруднююча речовина	$\text{ГДК}_{\text{р.з.}}, \text{мг/м}^3$	$\text{ГДК}_{\text{с.д.}}, \text{мг/м}^3$	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Пил неорганічний: $\text{SiO}_2$ (20-70 %)	2	0,1	III	Ф, К

Літери Ф і К означають, що особливість дії пилу на організм людини має фіброгенну та канцерогенну дію. Перевищення  $\text{ГДК}_{\text{с.д.}}$  підвищує ризик

захворюваності гірників та жителів, що проживають поряд з кар'єром бронхіальною астмою, хронічним бронхітом, пневмоконіозом, а саме силікозом.

При дослідженні ризику прийнято окремо розраховувати канцерогенний і неканцерогенний ефект. Канцерогенний ризик використовують для визначення ймовірності утворення ракових пухлин, тоді як неканцерогенний ризик враховує ймовірність виникнення хронічних захворювань, які викликані конкретними забруднюючими речовинами.

Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів внаслідок дії пилу на організм людини проводилась на основі формули [13]:

$$HQ = C_i / C_{ГДК} , \quad (3)$$

де  $C_i$  – середня концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини,  $\text{мг/м}^3$ ;  $C_{ГДК}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини,  $\text{мг/м}^3$ .

Ризик неканцерогенних ефектів для населення, які проживають в смт. Гранітне, при концентрації пилу  $0,14 \text{ мг/м}^3$ , буде дорівнювати:

$$HQ = \frac{0,14}{0,1} = 1,4.$$

Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у табл. 2 [13]. Оцінка неканцерогенного ризику для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря пилом показала, що він є неприйнятним, а така ситуація потребує термінового здійснення заходів з усунення або зниження ризику.

Таблиця 2

Класифікація рівнів неканцерогенного ризику для здоров'я населення

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатись як досить прийнятна	1
Ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

Кількісна оцінка канцерогенного ризику загрози здоров'ю населення, зумовленого забруднюючою речовиною, проводилась за методом Швирияєва А.А. та Меньшикова В.В.

Число важких наслідків дії токсикантів на населення визначається виразом:

$$q_e = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k P_{eD_{ij}} \cdot N_{ij}, \quad (4)$$

де  $N_{ij}$  – кількість населення, яка піддається дії токсикантів;  $k$  – кількість токсикантів;  $n$  – кількість рівнів доз кожного токсиканта;  $P_{eD_{ij}}$  – ймовірність ризику від дози, визначається за наступною формулою:

$$P_{eD_{ij}} = (F_r \cdot D)_{ij} = (F_r \cdot c \cdot v \cdot t)_{ij}, \quad (5)$$

де  $F_r$  – фактор ризику токсиканта,  $\text{мг}^{-1}$ ;  $D$  – доза токсиканта,  $\text{мг}$ ;  $c$  – концентрація токсиканта,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $v$  – його щоденне надходження в організм,  $\text{м}^3/\text{день}$ ;  $t$  – час дії токсиканта, років. Символ «е» показує, що мова йде про додаткові (excess) випадки захворювання, викликані розглянутим токсикантом [14].

Проведено кількісну оцінку популяційного ризику ракових захворювань для жителів смт. Гранітне (в кількості 1508 осіб [15]), що знаходиться на відстані 0,8 км від відвалу *Пенізевицького* кар'єра. Концентрація пилу прийнята  $0,14 \text{ мг}/\text{м}^3$ , фактор ризику –  $1,4 \cdot 10^{-4}$  за даними програми «Multipurpose Data Presentation System Version 2.0». Якщо вважати, що середній об'єм повітря, який вдихається людиною щохвилини, дорівнює  $7,5 \text{ л}/\text{хв}$  [14], то обсяг забрудненого повітря, який проходить через легені кожної людини щодоби, складе:

$$v = 7,5 \frac{\text{л}}{\text{хв}} \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{л}} \cdot 60 \frac{\text{хв}}{\text{год}} \cdot 24 \frac{\text{год}}{\text{день}} = 10,8 \frac{\text{м}^3}{\text{день}}.$$

За допомогою формул (4) та (5) отримаємо:

$$q_e = 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,14 \cdot 10,8 \cdot 365 \cdot 1508 = 12,31.$$

Таким чином, для наведених умов даний об'єкт може викликати приблизно 12 випадків захворювання раком на рік. Тому актуальною задачею є зменшення дії пилу на працівників кар'єру та населення прилеглих територій як за рахунок санітарно-технічних заходів, так і за рахунок засобів індивідуального захисту.

## Висновки

1. Досліджено процес розсіювання пилу від відвалу на прикладі відвалу *Пенізевицького* родовища гранітів у Житомирській області. Встановлено, що концентрація пилу перевищує середньодобову гранично допустиму



концентрацію та приходить в норму лише на відстані 1 км, що в 2 рази перевищує розмір санітарно-захисної зони.

2. Проведено кількісну оцінку канцерогенного та неканцерогенного ризиків захворювань жителів смт. Гранітне. Оцінка неканцерогенного ризику для здоров'я населення показала, що він є неприйнятним, так як коефіцієнт небезпеки становить 1,4. Окрім того, даний об'єкт може викликати приблизно 12 додаткових випадків захворювання раком на рік.

3. Актуальною задачею є зменшення дії пилу на працівників кар'єру та населення прилеглих територій як за рахунок санітарно-технічних заходів, так і за рахунок засобів індивідуального захисту з урахуванням гірничо-технологічних та метеорологічних умов, сезонності, рельєфу місцевості, способу укладання матеріалу та місця розташування відвалу.

### Список використаних джерел

1. Проблемы оценки геоэкологического риска при открытой разработке месторождений полезных ископаемых [Текст] / Т.Ж. Калыбеков [и др.] // Изв. вузов. Горн. журнал. – 2014. – № 4. – С. 64-70.
2. Кузнецов, В.С. Оценка влияния отвалов пустой породы на состояние атмосферного воздуха при открытой разработке железорудных месторождений, расположенных в северных регионах [Текст] / В.С. Кузнецов // Записки горного института. – 2013. – Том 203. – С. 182 – 184.
3. Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей [Текст] / [под ред. Ф.Т.М. Ньистадта и Х. Ван Допа]. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 348 с.
4. Бруяцкий, Е.В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов [Текст] / Е.В. Бруяцкий. – К.: ИГМ НАНУ, 2000. – 443 с.
5. Сеттон, О.Г. Микрометеорология: исследование физических процессов в нижних слоях атмосферы [Текст] / О.Г. Сеттон; пер. с англ. Д.Л. Лайхтмана. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1958. – 355 с.
6. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы [Текст] / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
7. Popović, D. Air Quality – Models and Applications [Text] / Popović D. – Rijeka: InTech, 2011. – 364 p. – ISBN 978-953-307-307-1.
8. Бересневич, П.В. Аэрология карьеров [Текст] / Бересневич П.В., Михайлов В.А., Филатов С.С. – М.: Недра, 1990. – 280 с.
9. Твердая, О.Я. Оценка концентрации пыли при экскавации горной массы и формировании отвалов на карьерах [Текст] / О.Я. Твердая, В.Д. Воробьев, Ю.А. Давыденко // ISJ Theoretical & Applied Science. – 2015. – №11(31) – С. 1-7.
10. Гранично допустимі концентрації \ГДК\ та орієнтовно безпечні рівні діяння \ОБРД\ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco.ck.ua/docs/Perelik%20rechovin,%20klas%20nebezpeky.doc>.

11. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]: ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. – [Действующий от 1989-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 75 с.

12. Бията, Ю.И. Определение параметров породных отвалов: площади основания и санитарно-защитной зоны [Текст] / Ю.И. Бията, Ю.В. Зеленев, В.Н. Артамонов // Збірник наукових праць студентів і аспірантів «Екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу», (25-26 квітня 2012 р, Донецьк). – 2012. – С. 8-12.

13. Рибалова, О.В. Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій екологічного характеру в Луганській області [Текст] / О.В. Рибалова, С.В. Белан, А.А. Савічев // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. праць НУЦЗ України. – 2013. – Вип. 17. – С. 152-163.

14. Швыряев, А.А. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: учебное пособие для вузов [Текст] / А.А. Швыряев, В.В. Меньшиков. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 124 с.

15. Гранітне (снт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5\\_\(%D1%81%D0%BC%D1%82\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B5_(%D1%81%D0%BC%D1%82)).

*Стаття надійшла до редакції 16.12.2015 р.*

УДК 331.45

**Г.В. Демчук**, доц. (НТУУ «КПІ»)

## **СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ В НОВОПРИЙНЯТИХ КРАЇНАХ ЧЛЕНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ (НА ПРИКЛАДІ РУМУНІЇ)**

**H.V. Demchuk** (National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»)

## **SAFETY MANAGEMENT IN THE NEWLY ADMITTED MEMBER STATES OF THE EUROPEAN UNION (ON THE EXAMPLE OF ROMANIA)**

*В статті проаналізовано законодавчу і нормативну базу Румунії та основні принципи її адаптації до стандартів ЕС. Розглянуто сучасну систему управління охороною праці (СУОП) новоприйнятого члена Європейського Союзу (ЕС). Висвітлені органи державного управління на яких покладено функції підготовки, прийняття рішень спрямованих на*